

# RANCANG BANGUN SENSOR GETARAN BERBASIS KOIL DATAR UNTUK MENGANALISIS DAYA REDAM VIBRASI BEBERAPA JENIS KAYU TIDAK AWET UNTUK BANGUNAN RUMAH SEDERHANA

Islahudin<sup>1\*</sup>, Nur Fatimah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Sarjana Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Mataram

<sup>2</sup>Dosen Progran Studi Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Mataram

Corresponding author :

E-mail : islahudin.ntb@gmail.com

Diterima 2 Juli 2018, Disetujui 5 Juli 2018

## ABSTRAK

Koil datar adalah lilitan kawat yang sangat tipis dan bertindak sebagai induktor, bersama dengan kapasitor membangun sebuah osilator yang menghasilkan frekuensi bergantung pada nilai induktansi dan kapasitansi. Osilator ini dinamakan osilator LC. Induktansi koil datar bergantung pada jarak benda logam di depan koil datar. Jika induktansi berubah, frekuensi akan berubah juga. Frekuensi dapat dirubah ke dalam bentuk tegangan untuk merepresentasikan jarak. Efek ini kemudian diterapkan pada frekuensi rendah menggunakan bandul pada rumahan sensor untuk menganalisis daya redam vibrasi beberapa jenis kayu tidak awet. Adapun tujuan penelitian ini antara lain, (1) Membuat rangkaian pengolah sinyal dari sensor getaran berbasis koil datar, (2) Menentukan besarnya daya redam vibrasi beberapa jenis kayu tidak awet untuk rumah sederhana, dan (3) Menentukan jenis kayu tidak awet yang memiliki daya redam vibrasi paling besar. Lokasi penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Muhammadiyah Mataram. Pada penelitian ini, variabel yang diukur adalah tegangan keluaran sensor getaran koil datar. Ukuran kayu yang digunakan adalah sama untuk kayu mangga, nangka, dan durian, yaitu panjang 100 cm, lebar 7 cm, dan tingi 5 cm. Jarak logam pengganggu terhadap koil datar dirubah menggunakan vibrator agar tegangan keluaran sensor berubah sesuai dengan frekuensi vibrator yang digunakan. Sensor getaran koil datar ini diukur responnya terhadap perubahan jarak dari logam pengganggu, kemudian dicatat hasilnya dan dianalisis menggunakan *Fast Transform Fourier (FFT) Analysis ToolPack* pada Ms. Excel. Sensor getaran mendeteksi arah getaran dalam sumbu x. Data penelitian yang diperoleh menggunakan rekaman data dari mikrokontroler Atmega 16. Data sensor yang direkam berupa tegangan keluaran sensor yang dicacah dalam orde waktu milidetik (ms) untuk sensor dalam arah x. Untuk menampilkan rekaman data pada kedua sensor pada PC, maka digunakan aplikasi bahasa pemrograman Processing. Nilai frekuensi yang sudah diperoleh antara lain untuk kayu mangga ke-1, 2, dan 3 berturut-turut yaitu 7,8125 Hz, 7,8125 Hz, 7,8125 Hz. Untuk kayu nangka ke-1, 2, dan 3 berturut-turut yaitu 17,1875 Hz, 17,1875 Hz, 17,1875 Hz. Adapun untuk kayu durian ke-1, 2, dan 3 berturut-turut yaitu 17,1875 Hz, 17,1875 Hz, 17,1875 Hz. Struktur kayu tidak awet yang memiliki daya redam vibrasi paling tinggi adalah struktur kayu tidak awet yang memiliki tingkat frekuensi terendah. Dalam hal ini kayu tidak awet yang paling besar daya redam vibrasinya adalah kayu mangga dengan nilai frekuensi terendah yaitu 7,8125 Hz. Hal ini terjadi karena kayu mangga memiliki struktur yang lebih lunak dibandingkan kayu nangka dan durian.

**Kata Kunci:** Sensor Getaran, Koil Datar, Daya Redam Vibrasi, Kayu Tidak Awet, Rumah Sederhana

## PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan dengan tingkat resiko terhadap gempa bumi yang cukup tinggi, hal ini disebabkan karena wilayah kepulauan Indonesia berada di antara empat sistem tektonik yang aktif, yaitu tapal batas lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, lempeng Filipina dan lempeng Pasifik. Di samping itu Indonesia adalah negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang di dunia sehingga selain

rawan terhadap gempa juga rawan terhadap tsunami. Salah satunya gempa yang terjadi pada awal tahun 2013 di pulau Lombok, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Meskipun tidak menimbulkan korban jiwa namun kerusakan bangunan akibat bencana alam tersebut ditaksir mencapai ratusan juta rupiah.

Rusak dan runtuhnya bangunan tersebut diakibatkan oleh ketidak mampuan konstruksi bangunan dalam menahan getaran gempa yang

menimpanya. Salah konstruksi bangunan yang penting adalah kayu. Pada dasarnya, perlindungan bangunan saat gempa dicapai melalui kemampuan kayu dalam menahan getaran gempa yang sebelumnya telah di redam oleh tanah, dan meningkatkan fleksibilitas bangunan. Salah satu cara menahan getaran gempa adalah menggunakan jenis kayu yang tepat pada bagian rangka dan atap bangunan terutama bangunan sederhana yang sebagian besar terbuat dari kayu tidak awet. Bangunan sederhana sebagian besar terdapat di wilayah yang dekat dengan perbukitan dan pegunungan.

Banyak jenis kayu, khususnya kayu tidak awet yang tidak mampu menahan getaran gempa. Kayu yang baik untuk menahan getaran gempa adalah kayu yang memiliki tingkat kelenturan yang tinggi. Kayu yang memiliki tingkat kelenturan yang tinggi akan sulit untuk patah, sehingga baik untuk di gunakan sebagai konstruksi bangunan rumah sederhana.

Kondisi tersebutlah yang membuat peneliti ingin menghitung konstanta elastisitas beberapa jenis kayu tidak awet sebagai kerangka bangunan menggunakan sensor elastisitas berbasis koil datar sebagai alat penginderanya. Dengan bantuan perangkat lunak, akan diperoleh suatu alat ukur elastisitas yang sederhana, mempunyai ketelitian tinggi dan biaya yang murah. Pada penelitian ini akan disertakan pengukuran jarak dan diukur responnya terhadap tegangan keluaran.

## METODE PENELITIAN

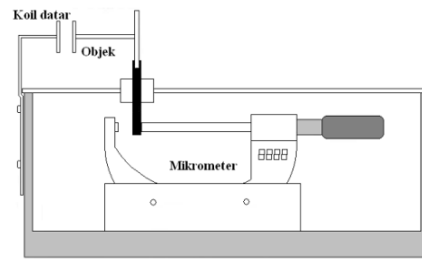
### A. Tahapan-Tahapan Penelitian

#### 1. Tahap I : Desain Kalibrasi Jarak

Getaran merupakan gangguan yang bergerak secara periodik dengan amplitud tertentu. Karena itu, agar koil dapat digunakan sebagai sensor getaran, maka harus dilakukan uji karakteristik statisnya. Koil datar yang digunakan adalah sebanyak tiga jenis koil yang memiliki diameter dan jumlah lilitan yang sama. Untuk keperluan ini, maka dibuat suatu objek yang dapat mengatur jarak massa pengganggu ke koil. Mekanik ini terdiri dari mikrometer digital yang dapat diatur perubahan jaraknya dengan ketelitian  $1\mu\text{m}$ , bantalan objek yang dapat didorong oleh mikrometer sekrup, tempat meletakkan koil datar, dan keseluruhan bagian tersebut disatukan dengan *body*. Gambar mekanik dari sistem ini dapat dilihat pada gambar 1. di bawah ini.

Cara kerja dari alat ini adalah dengan cara menarik atau mendorong bantalan mikrometer sehingga objek dapat menjauhi atau mendekati koil datar. Kalibrasi dilakukan dengan terlebih dahulu memberikan jarak terjauh antara objek dengan koil datar sebesar 15 mm, sehingga koil datar hanya memungkinkan mendekati objek.

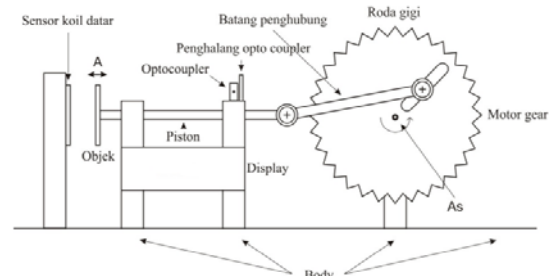
Jarak ini digunakan untuk menentukan daerah kerja sensor koil datar.



**Gambar 1.** Mekanik pengkalibrasi karakteristik stasis sensor

#### 2. Tahap II : Desain Kalibrator Frekuensi Rendah

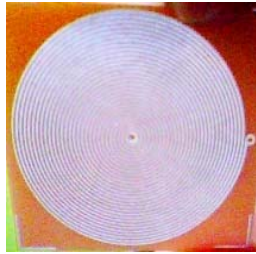
Sensor koil datar yang akan dirancang adalah untuk mendeteksi getaran dalam arah x dan y pada frekuensi rendah. Karena itu, perlu dibuat rangkaian yang dapat menghasilkan getaran frekuensi rendah khususnya di bawah 1 Hz. Selain frekuensi 1 Hz, dibuat juga kalibrator sampai 10 Hz dengan cara menambahkan gir konversi pada kalibrator 1 Hz, tujuannya adalah untuk mengetahui frekuensi karakteristik sensor. Gambar sistem tersebut, dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



**Gambar 2.** Sistem mekanik kalibrator frekuensi rendah

Sistem ini terdiri dari motor gear, batang penghubung, sensor optokopler, objek, dan sensor koil datar. Kecepatan putaran motor gear ini dapat diatur dengan potensio yang kemudian diteruskan ke batang penghubung ke objek. Dapat dilihat dari gambar bahwa jika motor berputar maka objek akan bergerak bolak-balik secara horizontal. Pada batang penghubung dipasang *barier* atau penghalang untuk sensor optokopler sehingga frekuensi pergerakan batang dapat dihitung. Sensor getaran berbasis koil datar terdiri dari bodi sistem sensor koil datar, tiang penyangga, dan elemen koil datar.

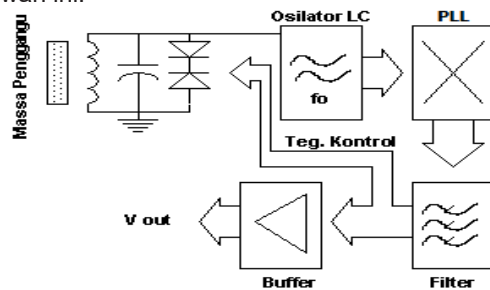
Koil datar terbuat dari PCB yang dibuat jalur-jalur sebanyak 30 lilitan berdiameter 3 cm dengan nilai masing-masing induktansi sebesar  $7,8\ \mu\text{H}$ . Gambar di bawah ini adalah salah satu elemen koil datar.



**Gambar 3.** Elemen koil datar

### 3. Tahap III : Merancang Rangkaian Pengolah Isyarat Analog Sensor Koil Datar

Rangkaian pengolah isyarat analog terdiri dari pengolah isyarat sensor, filter dan penguat diferensial. Blok diagram dari rangkaian pengolah isyarat analog ini dapat dilihat pada diagram di bawah ini.



**Gambar 4.** Blok diagram rangkaian pengolah isyarat analog

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pembuatan Sensor

Pada tahap ini telah dilakukan serangkaian proses pembuatan sensor. Hal yang dilakukan pertama kali setelah mendapat bahan adalah memasang semua bahan sesuai bentuk sensor, adapun bahan yang digunakan adalah besi dan koil datar. Seperti pada lampiran 1 gambar 4.1



**Gambar 5.** Bentuk sensor koil datar

### B. Pemilihan Kayu

Pada tahap ini dipilih 3 jenis kayu yaitu kayu nangka, kayu mangga, dan kayu durian. Ketiga kayu tersebut memiliki ukuran yang sama yaitu panjang 100 cm, lebar 7 cm, dan tinggi 5 cm. Seperti pada gambar 6 di bawah.



**Gambar 6.** Kayu Durian, Nangka, dan Mangga

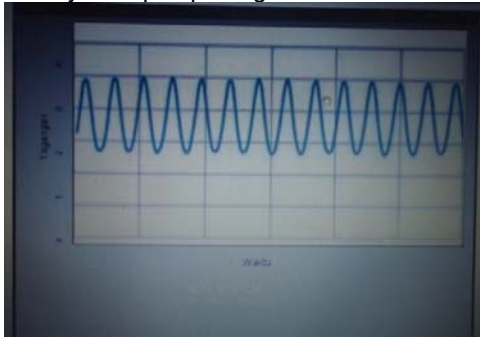
### C. Pengambilan Data

Pada tahap ini telah dilakukan serangkaian proses pengambilan data. Hal pertama yang dilakukan adalah menghubungkan dan mengaktifkan semua rangkaian sensor dengan objek atau kayu yang akan diteliti. Seperti pada gambar 7.



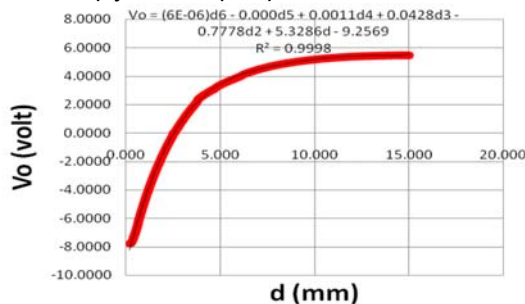
**Gambar 7.** Rangkaian sistem sensor untuk proses pengambilan data

Bentuk gelombang tegangan keluaran sensor yang tampil pada PC dibuat menggunakan bahasa Pemrograman Processing. Adapun tampilan keluarannya tampak pada gambar 8 berikut.



**Gambar 8.** Bentuk gelombang tegangan keluaran sensor

Adapun hasil pengukuran respon sensor arah x terhadap jarak tampak pada Gambar 9 berikut



**Gambar 9.** Respon sensor arah x terhadap perubahan jarak

#### D. Analisis Data

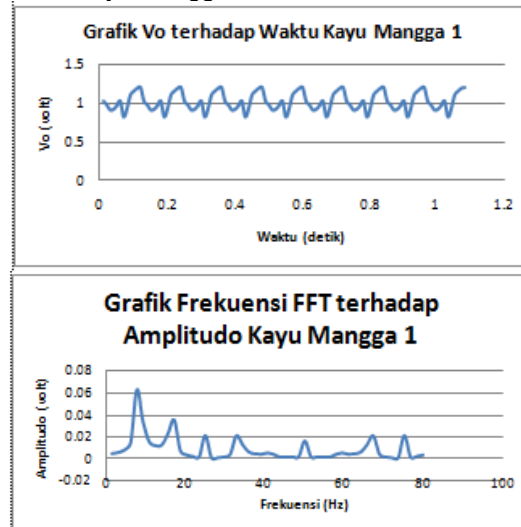
Berdasarkan grafik pada Gambar 9 di atas dapat dilihat bahwa tegangan keluaran sensor semakin besar jika jarak antara sensor dengan bahan pengganggu semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Selain itu, diperoleh bahwa ada dua macam tegangan, yaitu tegangan keluaran yang bernilai positif dan tegangan keluaran yang bernilai negatif. Berdasarkan grafik pada Gambar 9 di atas juga diperoleh bahwa daerah kerja sensor x yang dapat diambil adalah antara 0.250 – 4.050 mm. Kurva pada daerah tersebut membentuk hasil yang kontinu sehingga diperkirakan dapat didekati dengan suatu fungsi dengan baik.

Dari ketiga jenis kayu tidak awet ini sudah diuji dan diketahui karakteristiknya dengan menggunakan sensor getaran berbasis koil datar. Dimana mekanismenya adalah kayu yang akan diuji dan diketahui daya redamnya pada mulanya kayu di lubangi di bagian ujung agar bisa ditanamkan tiang sensor kemudian diletakkan di lantai. Sensor yang sudah ditanamkan tersebut di beri suatu getaran dengan menggunakan *ticker timer* yang memiliki frekuensi 50 Hz sehingga tanah mengalami getaran yang langsung direspon oleh sensor koil datar. Respon sensor tersebut

selanjutnya diteruskan ke rangkaian pengolah sinyal yang terhubung dengan mikrokontroler Atmega 16 untuk di ubah tegangan analog ke dalam bentuk ADC (*Analog to Digital Converter*). Hasilnya dapat ditampilkan dalam bentuk gelombang seperti yang ditunjukkan pada gambar 8 di atas. Setelah digunakan analisis FFT, maka telah diperoleh frekuensi masing-masing kayu tidak awet. Seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.

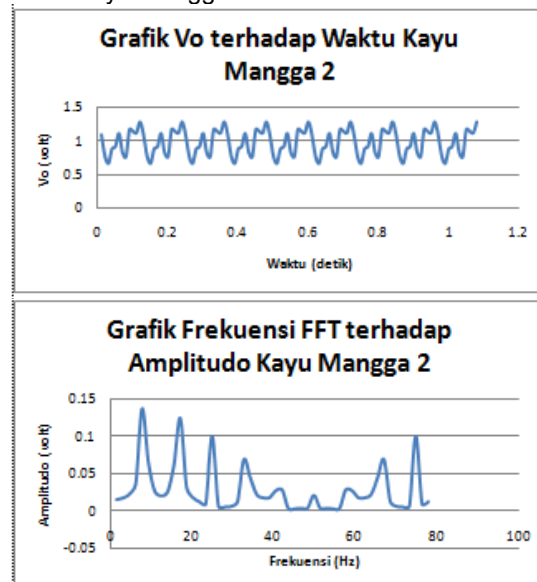
#### 1. Kayu Mangga

##### a. Kayu Mangga 1



Frekuensi FFT: 7,8125 Hz. Amplitudo: 0,06 volt

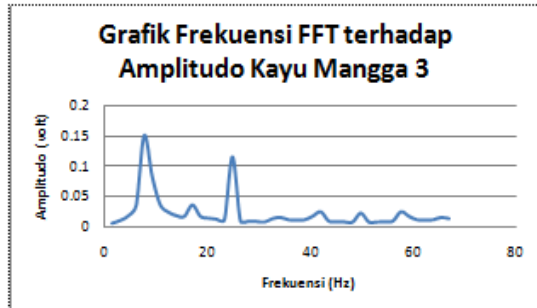
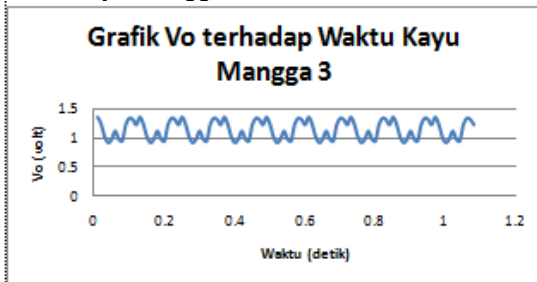
##### b. Kayu Mangga 2



Frekuensi FFT: 7,8125 Hz. Amplitudo: 0,14 volt



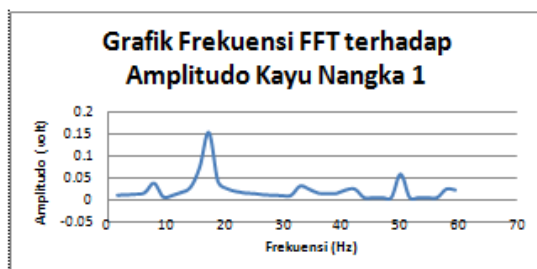
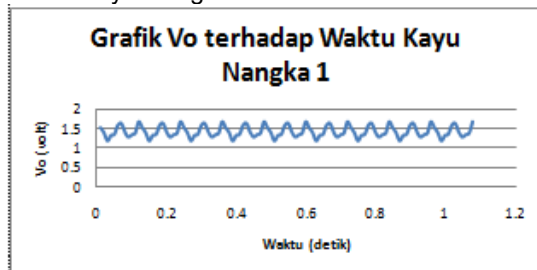
c. Kayu Mangga 3



Frekuensi FFT: 7,8125 Hz. Amplitudo: 0,15 volt

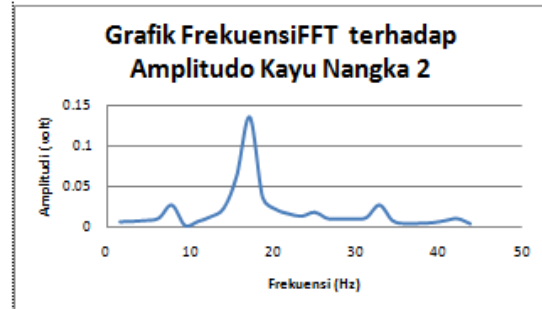
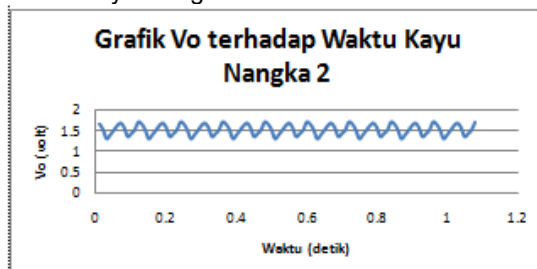
2. Kayu Nangka

a. Kayu Nangka 1



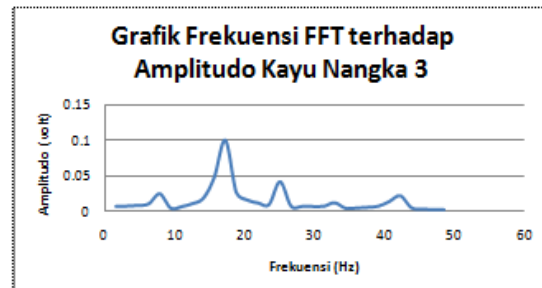
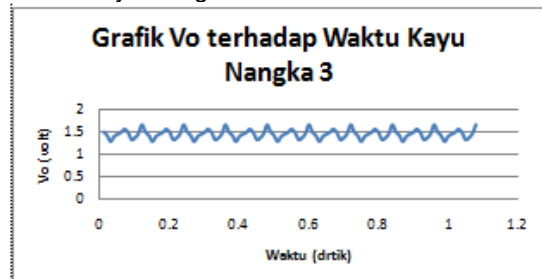
Frekuensi FFT: 17,1875. Amplitudo: 0,16 volt

b. Kayu Nangka 2



Frekuensi FFT: 17,1875. Amplitudo: 0,14 volt

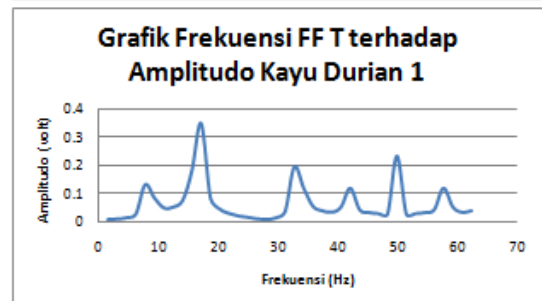
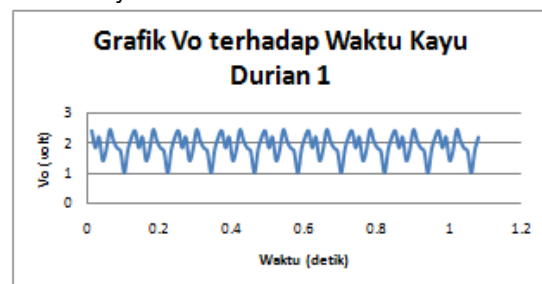
c. Kayu Nangka 3



Frekuensi FFT: 17,1875. Amplitudo: 0,10 volt

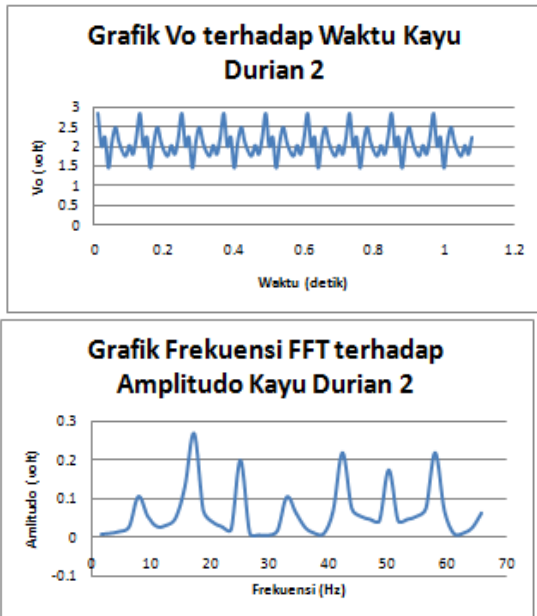
3. Kayu Durian

a. Kayu Durian 1



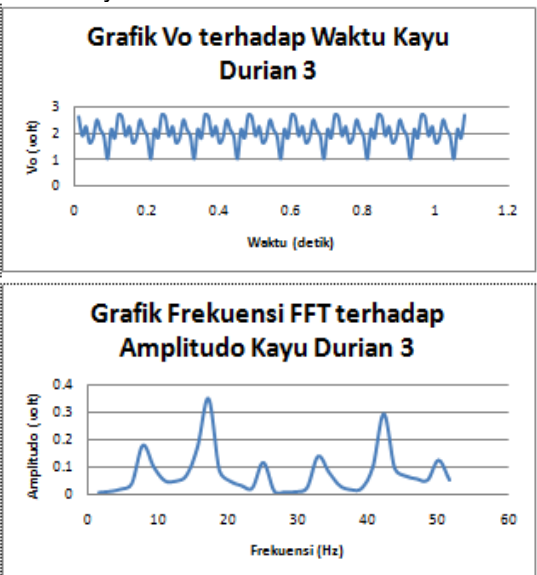
Frekuensi FFT: 17,1875. Amplitudo: 0,35 volt

b. Kayu Durian 2



Frekuensi FFT: 17,1875. Amplitudo: 0,27 volt

c. Kayu Durian 3



Frekuensi FFT: 17,1875 Hz. Amplitudo: 0,35 volt

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Rangkaian pengolah sinyal getaran berbasis koil datar telah dirancang dan dibuat dengan menghubungkan koil datar yang terletak pada bodi sensor setelah ditanamkan ke dalam kayu

yang fungsinya untuk merubah adanya perubahan induktansi koil datar akibat logam pengganggu menjadi tegangan keluaran ( $V_o$ ) DC. Rangkaian ini dapat bekerja secara maksimal dan dapat mengukur frekuensi atau daya redam suatu kayu dengan hasil yang akurat dan lebih efisien.

2. Daya redam suatu kayu tidak awet dapat ditentukan dengan mengukur vibrasi kayu tersebut setelah sebelumnya di kalibrasi dengan komponen sistem sensor koil datar. Daya redamnya sudah bisa dtentukan setelah diketahui nilai frekuensinya. Nilai frekuensi yang sudah diperoleh antara kayu mangga ke-1, 2, dan 3 adalah 7,8125 Hz, 7,8125 Hz, 7,8125 Hz. Untuk, kayu angka ke-1, 2, dan 3 adalah 17,1875 Hz, 17,1875 Hz, 17,1875 Hz. Dan untuk kayu durian ke-1, 2, dan 3 berturut-turut adalah: 17,1875 Hz, 17,1875 Hz, 17,1875 Hz.
3. Struktur kayu tidak awet yang memiliki daya redam paling tinggi adalah struktur kayu tidak awet yang memiliki tingkat frekuensi terendah. Dalam hal ini kayu tidak awet yang paling besar daya redamnya adalah kayu mangga yang memiliki struktur yang lebih lembek dari kedua kayu lainnya dengan nilai frekuensi terendahnya 7,8125 Hz.

### Saran

Adapun saran yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut.

1. Perlu adanya pengembangan penelitian lebih lanjut pada sensor ini dengan cara menambahkan sensor koil datar pada arah y untuk mendeteksi getaran dua arah sekaligus.
2. Peneliti mengharapkan agar pemerintah dapat menjadikan hasil penelitian ini sebagai rujukan dalam memilih kayu yang tepat yang dijadikan sebagai atap bangunan dalam pembangunan infrastruktur-infrastruktur baik yang ada di Kota maupun Desa, seperti pondasi jalan raya, pondasi gedung, maupun bangunan umum lainnya.
3. Peneliti juga mengharapkan kepada masyarakat agar informasi dari hasil penelitian ini bisa dijadikan sebagai pedoman dan berpikir cermat dalam rangka memilih kayu atap bangunan yang tepat dan baik yang tidak hanya berfungsi sebagai penopang bangunan tersebut namun juga mampu meredam daya getaran, terutama getaran gempa yang akan menimbulkan kerugian baik material maupun korban jiwa, sehingga langkah ini sangat efektif untuk meminimalisir dampak negatif akibat runtuhnya bangunan baik rumah maupun ruko.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Felix, Yap. 1965. *Konstruksi Kayu*. Trimitra. Bandung.
- Frick, Heinz. 1982. *Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu*. Yogyakarta : Kasinus.
- Djamal, Mitra. 1996. *A Study of Flat Coil Sensor For Measuring Displacements*. Journal Departement of Physics, Faculty of Mathematics and Sciences ITB.
- Watiasih, richa. *Penerapan LVDT Sebagai Sensor Getaran Pendeteksi Ketidakrapatan Berbasis Data Getaran Pada Komresor*, POLITEKNIK Jurnal Teknologi, Volume 7, No 2, September 2008-ISSN 1412-6427. Universitas Bhayangkara Surabaya.
- Lazuardi. *Studi Awal Sensor Getaran Berdasarkan Prinsip Induktif*. Tesis Program Magister Fisika S2, Jurusan Fisika ITB, 1996.
- Sardo Martinus. *Studi Awal Pembuatan Prototipe Alat Ukur Kecepatan Aliran Udara Menggunakan Sensor Koil Datar*, Laporan Tugas Akhir Program DIII Instrumentasi Jurusan Fisika UI, 1999.
- Erik Hallen. *Electromagnetic Theory*. Chapman & Hall Ltd, London. 1962.
- Grant, L. S., Philips, W. R. 1996. *Electromagnetisme*, 2<sup>nd</sup>. Ed., John Wiley and Sons, Chycester.
- Sutrisno. 1986. *Elektronika: Teori Dasar dan Penerapannya (Jilid I dan II)*, Penerbit IT. Bandung..
- Widanarto, Wahyu. 2000. *Desain dan Pembuatan Alat Ukur Kecepatan Aliran Udara dengan Sensor Koil Datar berbasis Mikrokontroler 89c51*, Jurusan Fisika, PPS ITB (tidak dipublikasikan)
- Andrianto, Heri. 2008. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA 16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*, Penerbit Informatika, Bandung.
- Setiadi, Rahmon Nanda. 2009. *Sensor Getaran Frekuensi Rendah Berbasis Koil Datar*. Tesis Program Magister Fisika S2, Jurusan Fisika ITB.